# ESSAI

N.° 82.

Sur une nouvelle Théorie de la Voix, avec l'exposé des divers systèmes qui ont paru jusqu'à ce jour sur cet objet;

*Présenté et soutenu à l'Ecole de Médecine de Paris, le 26 juin 1806,*

PAR R. JOACHIM HENRI DUTROCHET.

*Non rejicimus causas mechanicas, sed prætereà ibi admittendam credimus actionem organicam vivam ad vocis formationem necessariam.*

JADELOT, *Physica hominis sani.*

A PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE DIDOT JEUNE,

Imprimeur de l'Ecole de Médecine, rue des Maçons-Sorbonne, n.° 13.

1806.

PRÉSIDENT,

M. THOURET.

---

EXAMINATEURS,

MM. LEROUX.

PETIT-RADEL.

DESGENETTE.

DUMÉRIL.

DEJUSSIEU.

---

Par délibération du 19 frimaire an 7, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs; qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A

# MONSIEUR DARU,

Conseiller d'Etat; Commandant de la Légion-d'Honneur; Intendant-Général de la Maison de l'Empereur; Membre de l'Institut.

*Comme hommage respectueux.*

H. DUTROCHET.

# ESSAI

## Sur une nouvelle Théorie de la voix.

Le génie, en quelque sorte rival de la nature, a souvent tenté de reproduire les merveilles qu'elle étale à nos yeux; mais, dans cette lutte inégale, l'homme est toujours resté au-dessous de son modèle. Faible imitateur, il doit s'estimer heureux quand, à force de travaux et de soins, il parvient à approcher de loin de cette perfection qui semble n'avoir rien coûté à l'auteur des choses. Cette vérité est surtout frappante quand on jette un coup-d'œil sur les moyens que l'art et la nature ont mis en usage pour produire et varier les sons. Si l'homme, en effet, a su créer les instrumens de musique les plus ingénieux et les plus diversifiés, il avait reçu auparavant le plus parfait, comme le plus simple de tous, l'organe de la voix.

Non-seulement la voix humaine, surtout quand elle est perfectionnée par l'exercice, a une étendue considérable, mais elle peut saisir avec facilité tous les intervalles entre les tons; elle peut, en outre, imprimer aux sons une foule de modifications particulières, que l'art ne parviendra probablement jamais à imiter.

La théorie de la voix a beaucoup occupé les savans; et cependant nous sommes encore bien loin de posséder une explication satisfaisante des phénomènes qu'elle présente. J'offre dans cet essai quelques idées nouvelles sur cette matière. Mais avant de les exposer, avant d'examiner les diverses théories de la voix qui ont

paru jusqu'à ce jour, il est nécessaire de jeter un coup-d'œil sur les différentes manières dont le son peut être produit et varié, et de donner une description sommaire du larynx.

La cause prochaine de la sensation que nous appelons *son* réside dans les mouvemens des molécules de l'air : il n'y a nul doute sur cela parmi les physiciens. Examinons de combien de manières le mouvement peut être imprimé aux molécules aériennes, nous verrons que ce mouvement se rapporte à trois causes déterminantes différentes (1).

1.° Les molécules de l'air peuvent recevoir le mouvement d'un corps solide, mu préalablement : c'est ce que nous remarquons dans l'effet d'une corde tendue à laquelle on imprime un mouvement de vibration ; d'une cloche dont on excite les frémissemens, etc. Les molécules de l'air sont, dans cette circonstance, frappées avec plus ou moins de force, plus ou moins de vîtesse, par un corps solide qui leur communique le mouvement dont il est animé. Je nomme les corps sonores de ce genre *corps vibrans*.

2.° Le mouvement peut être imprimé aux molécules de l'air par le choc que l'air lui-même, animé d'un mouvement de masse, produit sur des corps solides et immobiles ; telle est l'origine du son dans le tuyau de la flûte de Pan, ou la clef forcée, dans la flûte, les flageolets, etc. Je donne à ces instrumens le nom général de *tuyaux sonores*.

3.° Un gaz comprimé et subitement rendu à son état naturel, ou bien un gaz subitement développé, frappe l'air environnant par son rapide mouvement d'expansion : voilà une troisième cause de mouvement dans les molécules de l'air ; c'est la cause du son produit par les armes à feu ; c'est, en général, ce qui arrive dans tous les phénomènes auxquels nous donnons les noms de *détona-*

---

(1) Cette division des sons en trois classes a été faite par EULER (*Tentamen novæ theoriæ musicæ*, *caput* 1, §. 7.

*tion*, d'*explosion* : ici l'air en repos est frappé par de l'air en mouvement.

De ces trois manières de produire le son, les deux premières ont seules été employées par l'art et la nature pour la production des sons comparables ou musicaux. Tous nos instrumens de musique sont composés de corps vibrans ou de tuyaux sonores; ce qui forme deux classes distinctes d'instrumens. Mais parmi ceux-ci, il en est quelques-uns qui semblent appartenir également à chacune de ces deux classes; ce sont les instrumens à anche et les cors. Essayons, en considérant isolément ceux de leurs phénomènes qui les rapprochent de l'une ou de l'autre classe, de déterminer celle à laquelle ils appartiennent. Etudions d'abord l'anche séparée du corps de l'instrument.

On sait que tous les corps vibrans déterminent le ton, en vertu de leurs dimensions et de leur force élastique; tandis que les dimensions de la cavité et la force élastique de l'air (1) règlent le ton dans les tuyaux sonores. Or, il est facile de prouver que ce n'est point par le changement de grandeur de sa cavité, mais par le degré de vîtesse de ses vibrations que l'anche modifie les tons, et que, par conséquent, elle ne doit point être rangée dans la classe des tuyaux sonores, mais dans celle des corps vibrans.

L'anche est formée de deux lames minces et élastiques séparées par une petite cavité, ou d'une seule lame élastique appliquée sur une pièce immobile et concave. Quand l'air traverse l'intervalle de ces lames, il excite dans celles-ci des vibrations qui sont telles, que le sommet de la lame le plus éloigné de son point fixe décrit autour de ce point des arcs de cercle en sens successivement inverses. On sait qu'une lame élastique, ainsi fixée par l'une de ses extrémités, fait des vibrations d'autant plus rapides, qu'elle est plus courte; et l'expérience apprend également que le ton de l'anche est d'autant plus aigu, que sa lame vibrante est moins longue.

---

(1) *Euler*, op. cit., cap. 1, §. 38.

Ainsi, les anches du jeu de régale de l'orgue, qu'on peut considérer comme des anches sans tuyau, donnent un ton d'autant plus aigu, qu'on raccourcit davantage leur languette; chez elles le ton est déterminé, non-seulement par la longueur de la languette, mais aussi par sa force élastique, laquelle dépend de son épaisseur et de l'élasticité du métal qui la forme. Cette force élastique croît encore, suivant l'impétuosité du vent, parce que, plus l'air est condensé dans le pied du tuyau, plus il agit avec force pour appliquer la languette sur son anche, ou déterminer son retour vers elle, quand elle en a été écartée : aussi l'impétuosité du souffle augmentée rend-t-elle le ton plus aigu.

Nous voyons ainsi que l'anche, comme tous les corps vibrans, détermine le ton par le nombre des vibrations qu'exécute sa languette dans un temps donné. Le mouvement de l'air n'est que la cause déterminante de ces vibrations. Ce n'est point parce que l'ouverture de l'anche est petite que le ton est aigu, c'est parce que sa languette courte ou fortement pressée exécute des vibrations rapides. Une preuve de plus de cette assertion, c'est que, si l'on construit une anche de telle façon que sa languette ne puisse vibrer, il n'y aura aucun son de produit, quelque petite que soit rendue l'ouverture, et avec quelque impétuosité que le vent la traverse. Il est donc prouvé que les sons produits par les anches ont la même origine que ceux produits par les autres corps vibrans; c'est-à-dire, qu'ils sont dus aux mouvemens communiqués aux molécules de l'air par les vibrations d'un corps solide.

Je range ainsi l'anche dans la classe des corps vibrans, dont elle forme un genre particulier. Les lèvres du joueur de cor forment également un instrument vibrant du genre des anches, mais d'une espèce particulière.

Mais si l'anche est un instrument vibrant simple, on forme un instrument composé en l'appliquant à un tuyau; alors les molécules de l'air, animées par l'anche d'un mouvement de vibration, communiquent ce mouvement à la corde corde aérienne contenue

dans le tuyau, laquelle, ainsi que l'a démontré *Euler*, détermine le ton, en vertu de sa longueur, de sa grosseur et de sa force élastique. Les hautbois, les cors, et les autres instrumens de ce genre, sont ainsi des instrumens compliqués d'un corps vibrant et d'un tuyau sonore (1).

Les sons qui doivent leur origine aux vibrations d'un corps solide ont un caractère particulier auquel il est facile de les reconnaître, surtout quand ils sont très-graves. L'oreille y distingue des tremblemens dus aux petits intervalles qui existent dans le son, et qui font qu'un son qui paraît continu n'est, en effet, que l'assemblage de sons courts et rapides qui se succèdent à de très-petits intervalles de temps. Il n'est personne qui ne distingue parfaitement ces intervalles dans les sons donnés par les gros tuyaux à jeu d'anche de l'orgue, par les cordes d'une contre-basse, et même dans les tons très-graves de la voix humaine. Quand le son est aigu, il paraît continu, parce que l'oreille ne peut plus percevoir les intervalles des vibrations devenus très-petits. Ces intervalles n'existent point dans le son produit par les tuyaux sonores non compliqués de corps vibrans; il est continu, quelle que soit sa gravité : c'est ce qui fait la *douceur* du son des flûtes.

Cette remarque peut nous conduire à déterminer la classe à laquelle appartient un instrument d'après la nature du son qu'il produit : elle nous donne le droit d'affirmer par avance que le larynx est un instrument vibrant; car il est facile à l'oreille d'apprécier des frémissemens dans les sons très-graves des basses-tailles. Ils sont

(1) *Euler*, après avoir établi la division des instrumens de musique en deux grandes classes, telles que je viens de les exposer, parle brièvement des instrumens à anche et des trompettes, sans décider dans laquelle de ces classes on doit les placer : il se contente de dire que ces instrumens semblent avoir quelque analogie avec les flûtes. Il admet cependant que le son est formé exclusivement par les anches, et que les tubes qui leur sont joints n'ont d'autre effet que de transmettre le son formé à leur embouchure, en le rendant plus intense, de la même manière qu'un porte-voix augmente l'intensité de son vocal (*Op. Cit.*, *cap.* 1, §. 45).

encore plus sensibles dans la voix des grands quadrupèdes. L'étude du larynx nous dévoilera quelles sont les parties de cet organe qui, par leurs vibrations, donnent naissance à la voix, et les moyens que l'homme a à sa disposition pour en varier les tons.

Le larynx est formé par l'assemblage de cinq cartilages mobiles les uns sur les autres. Celui qui sert aux autres de point d'appui, le cricoïde a une forme annulaire; peu large en devant, il est embrassé par le thyroïde, avec lequel il s'articule sur les côtés. Sa partie postérieure, beaucoup plus élevée que l'antérieure, supporte les aryténoïdes, petits cartilages de forme pyramidale articulés d'une manière très-mobile. Le thyroïde, formé de deux plans quadrangulaires réunis à angle en devant, soutient supérieurement l'épiglotte, dont le principal office est de fermer le larynx pendant la déglutition.

La membrane muqueuse qui revêt l'intérieur du larynx forme de chaque côté deux replis qui interceptent entre eux des cavités que l'on a nommées *ventricules du larynx*. Les replis inférieurs fixés en arrière aux pointes antérieures des aryténoïdes comprennent entre eux l'ouverture à laquelle on a donné le nom de *glotte* (1) : elle représente un triangle dont la base est en arrière, et le sommet en devant. Les expériences les plus décisives, et en dernier lieu, celles de *Bichat*, prouvent que c'est dans cette ouverture que se forment les sons vocaux.

Divers muscles meuvent le larynx en totalité, ou ses différentes parties les unes sur les autres; ces muscles sont :

1.° Le thyro-hyoïdien, fixé supérieurement aux branches de l'hyoïde, inférieurement à la face latérale du thyroïde.

2.° Le sterno-thyroïdien, fixé inférieurement au sternum, inséré supérieurement au-dessous du précédent. Cette dernière attache se

---

(1) Plusieurs auteurs ont appelé *glotte* l'ouverture supérieure du larynx : à l'exemple de *Bichat*, je réserve exclusivement ce nom à l'ouverture que j'indique.

fait sur une ligne oblique de bas en haut. Je démontrerai l'utilité de cette disposition.

3.° Le constricteur inférieur du pharynx s'attache à toute l'étendue du bord postérieur du thyroïde, et un peu au bord supérieur de ce cartilage; de-là les fibres de chaque côté viennent s'unir par un raphé sur la ligne médiane. Ce muscle a des usages importans dans les fonctions du larynx.

4.° Le crico-thyroïdien, fixé en bas au cricoïde, en haut, au bord inférieur du thyroïde, a pour usage de fléchir ce dernier en avant, en faisant décrire un arc de cercle à son bord supérieur. L'articulation du thyroïde avec le cricoïde est le centre de ce mouvement.

5.° Le crico-aryténoïdien postérieur, fixé à la partie postérieure du cricoïde d'une part, et de l'autre à la partie postérieure externe de l'aryténoïde, dirige celui-ci en arrière et en dehors. Il est dilatateur de la glotte et tenseur de ses lèvres.

6.° Le crico-aryténoïdien latéral, fixé d'une part au bord supérieur latéral du cricoïde, se fixe de l'autre part à la base externe de l'aryténoïde, qu'il tire en dehors et en avant.

7.° Le thyro-aryténoïdien se fixe à l'angle rentrant du thyroïde, dans une étendue de 3 à 4 lignes; de-là ses fibres toutes parallèles viennent se rendre à la partie externe de la base de l'aryténoïde, comme le muscle précédent, avec lequel il est intimement uni. Ce muscle, en se contractant, tend à amener en devant la partie externe de l'aryténoïde; ce qui ne se peut faire sans que la pointe antérieure de ce cartilage ne se rapproche de son analogue du côté opposé. Par conséquent, il rétrécit la glotte par degrés, jusqu'au contact de ces pointes. Ce muscle est celui de tous qui joue le rôle le plus important dans la formation de la voix.

En enlevant avec précaution la membrane muqueuse qui le revêt en dedans, on voit qu'il est recouvert d'une aponévrose, dont les fibres parallèles sont étendues de l'angle rentrant du thyroïde à la base de l'aryténoïde. Cette aponévrose, qui, à ce qu'il me semble,

n'a été bien vue par aucun anatomiste, est fixée en bas au bord supérieur latéral du cricoïde; elle se replie à angle droit en haut, après avoir tapissé l'ouverture de la glotte, et finit sans se fixer, un peu après avoir formé ce repli. C'est celui-ci qu'on a nommé *ligament thyro-aryténoïdien*, *corde vocale*. Ce n'est, dans le fait, qu'un repli de l'aponévrose, qui n'est pas beaucoup plus épaisse dans cet endroit que dans le reste de son étendue. Les muscles thyro-aryténoïdien et crico-aryténoïdien latéral lui sont immédiatement subjacens, et lui adhèrent fortement. Cette aponévrose, différente des aponévroses d'enveloppe, est du genre de celles que la nature a placées sur les parties qui sont exposées à des frottemens violens, telles que les aponévroses plantaires et palmaires. Comme celles-ci, l'aponévrose laryngée est intimement adhérente aux parties qui lui sont contiguës.

8.° Le dernier muscle dont il me reste à parler, est l'aryténoïdien, qui, étendu entre les aryténoïdes, a pour usage de les rapprocher l'un de l'autre.

J'ai eu occasion de disséquer le larynx d'un nègre, et j'y ai trouvé quelques particularités dignes de remarque. Les tubercules de *Santorini* qui, à raison de leur petitesse et de leur peu d'importance chez l'Européen, ne m'ont pas paru devoir entrer dans une description succincte, étaient, chez ce nègre, d'un volume très-remarquable. Le muscle épiglotti-aryténoïdien, qu'il est rare de rencontrer chez le premier, et qui, lorsqu'il existe, n'a que quelques fibres peu apparentes, avait dans le larynx du nègre un développement considérable.

Les principaux nerfs du larynx, le laryngé et le récurrent, sont fournis par le nerf vague ou pneumo-gastrique. Dès le temps de *Galien*, on savait que la section des nerfs récurrens occasionne la perte de la voix. Cette expérience a été fréquemment répétée depuis par les physiologistes.

Telle est la structure du larynx. Il nous reste à examiner comment il produit et varie les sons.

Les premiers physiologistes qui voulurent expliquer la formation de la voix dûrent naturellement comparer l'organe qui la produit aux instrumens à vent qu'ils connaissaient. Ainsi, les anciens regardaient le larynx comme un instrument du genre des flûtes. *Galien* croyait que les longueurs diverses que prend la trachée-artère par l'ascension ou la dépression du larynx, produisaient les différens tons. Cette erreur fut répétée après lui par un grand nombre de physiologistes : cependant *Galien* n'ignorait pas que la glotte est l'organe principal de la voix. Il admit avec *Aristote* que le caractère grave ou aigu de la voix dépend de l'ouverture plus ou moins grande de la glotte et du degré de vîtesse de l'air qui la traverse.

Dans le seizième siècle, *Fabrice d'Aquapendente* émit quelques idées nouvelles sur les causes de la variation des tons de la voix humaine. Il admit que les différens tons sont produits par le degré d'ouverture de la glotte, et par les changemens de longueur et de largeur du canal vocal, lequel s'alonge, dans les tons graves, par la dépression du larynx, et se raccourcit, dans les tons aigus, par l'ascension de cet organe (1). *Fabrice* donna peu de dévelopement à sa théorie, qui a été reproduite de nos jours avec des additions, et sur laquelle je reviendrai.

Au commencement du siècle dernier, *Dodart*, adoptant une partie des idées des anciens, entreprit de donner une théorie complète de la voix. Dans son mémoire, inséré parmi ceux de l'Académie des Sciences pour 1700, il admet que le jeu du larynx, dérobé à nos regards par la nature, peut être expliqué par les phénomènes que nous présente le jeu des anches, quoiqu'il dise, avec raison, que la glotte n'est point exactement semblable à ces derniers instrumens. Nous savons qu'un musicien peut tirer différens sons d'une anche séparée du corps de son instrument, en pressant plus ou moins ses lames avec les lèvres ; ce qui diminue son ouverture ; et en variant le degré de

(1) *De larynge vocis organo*, part. 3, cap. 11.

force et de vîtesse de l'air. *Dodart* admet que ce sont les mêmes causes qui font varier les tons de la voix : « Il ne voit que la seule « ouverture de la glotte, jointe aux vibrations des lèvres plus ou « moins pressées, à proportion qu'elles sont plus ou moins bandées, « qui puisse produire les tons de la voix. Il est certain, dit-il plus « loin, que les différentes ouvertures de la glotte produisent, ou au « moins accompagnent inséparablement différens tons, tant dans les « instrumens à vent naturels, comme la glotte humaine, que dans « les instrumens à vent artificiels ».

L'opinion de *Dodart* est, que les cavités de la bouche et des narines ne concourent en rien à la détermination des tons. Si le canal vocal s'alonge dans les tons graves, et devient plus court dans les tons aigus, c'est uniquement pour favoriser le ton en s'y proportionnant.

*Dodart*, dans son premier mémoire, ne s'était point occupé des moyens que la nature avait dû employer pour opérer simultanément le rétrécissement de la glotte et la tension de ses lèvres; ce fut l'objet de ses recherches dans son mémoire de 1706. Il vit, en étudiant le larynx, que les muscles qui raccourcissent les lèvres de la glotte, les relâchent, et que ceux qui les tendent les alongent, de sorte que ces deux effets doivent se compenser et se détruire mutuellement. Il en conclut que les muscles, tant extérieurs qu'intrinsèques du larynx, ne sont point les agens des mouvemens qu'exécute la glotte, mais qu'il y a quelque autre partie inconnue et soumise à la volonté qui exécute ces mouvemens. Il crut le trouver cet organe de mouvement, dans le ligament que contiennent les lèvres de la glotte. Il le regarda comme un muscle d'une nature particulière, soumis à la volonté et seul agent du rétrécissement de la glotte. Il suffit de connaître la nature de cette partie, pour sentir toute la fausseté de cette assertion.

Enfin, dans un dernier mémoire donné à l'Académie des Sciences en 1707, *Dodart* assimile la glotte à l'ouverture que forment les lèvres dans l'action de siffler. Il donne à celle-ci le nom de *glotte*

*labiale*. Il prétend que dans ces deux glottes les tons sont déterminés par les mêmes causes, qui sont, la quantité et la vîtesse de l'air sonnant lancé dans l'air dormant. La méprise de *Dodart* est ici évidente; il assimile deux instrumens qui sont d'une classe différente. En effet, la bouche forme, dans l'action de siffler, un instrument du genre des sifflets; l'air est brisé sur le bord tranchant des dents, et transmis par le canal plus ou moins large et plus ou moins alongé que forment les lèvres, qui, très-certainement, ne vibrent pas dans cette circonstance comme le prétend *Dodart*; les sons du larynx, au contraire, sont manifestement accompagnés des vibrations des lèvres de la glotte.

Il faut distinguer deux choses dans la théorie de *Dodart*: 1.°, l'analogie qu'il établit entre l'organe de la voix et certains instrumens; 2.° la manière dont il explique la production des sons, tant dans le larynx que dans les instrumens auxquels il le compare.

*Dodart* compare l'organe vocal à une anche. Si, suivant le sage conseil que donne *Casserius* (1), en semblable circonstance, il se fût contenté d'établir cette analogie, sa théorie eût été inattaquable; mais elle n'eût pas été complète. Il a donc voulu aller plus loin, et il a prétendu expliquer la manière dont le son est produit et varié par les anches et par le larynx. C'est ici qu'il a erré; mais son erreur ne tombe pas spécialement sur la théorie de la voix; elle s'étend sur celle de tous les instrumens à anche. Au reste, ce que j'ai dit précédemment des anches s'applique naturellement ici pour démontrer que la petitesse de l'ouverture de la glotte ne détermine point l'acuité des tons, quoiqu'elle l'accompagne nécessairement, et que l'air n'a plus de vîtesse dans cette circonstance, que parce qu'il lui faut plus de force pour exciter les vibrations de parties qui sont plus tendues.

La théorie de *Dodart* fut universellement adoptée, jusqu'à *Fer-*

(1) *Non opoltet omnium rationem quærere, sed analogiam considerare* (CASSERIUS, *de organo vocis*, lib. 2, cap. 17).

*rein*, qui, en 1741, osa avancer le paradoxe singulier que le larynx est moins un instrument à vent qu'un instrument à cordes; il ôta à la glotte le titre d'*organe de la voix*, pour en revêtir les lèvres de cette ouverture, auxquelles il donna le nom de *cordes vocales*. Il admit que ces cordes vibrent, sous l'impulsion de l'air, de la même manière que les cordes d'une viole vibrent sous l'impulsion de l'archet. Il fit ainsi du larynx un instrument à la fois à vent et à cordes.

Dans ses expériences, qu'il répéta devant l'Académie des Sciences, sur des larynx d'hommes et d'animaux séparés du corps, il démontra que cet organe rend des sons semblables à ceux qu'il produit pendant la vie, lorsqu'après avoir tendu les lèvres de la glotte, on y fait passer de l'air avec une certaine vîtesse. Il fit voir à la loupe, et même à l'œil nu, que ces lèvres étaient animées de vibrations plus ou moins rapides pendant la production des sons.

*Ferrein* regarde les ligamens contenus dans les lèvres de la glotte comme les seules parties dont les vibrations produisent les sons. C'est à ces seuls ligamens qu'il donne le nom de *cordes vocales*. Il rapporte une suite d'expériences par lesquelles il démontre que ces cordes, fixées dans leur milieu, de manière que leurs moitiés puissent vibrer séparément, font entendre l'octave au-dessus du ton qu'elles rendent quand elles vibrent dans leur entier. Elles donnent la quinte, la tierce au-dessus de ce dernier ton, suivant qu'on ne permet les vibrations que des $\frac{2}{3}$ ou des $\frac{4}{5}$ de leur longueur.

La même chose a lieu en fixant entièrement une des lèvres de la glotte, de façon que l'autre puisse vibrer seule.

Fixant l'une des cordes vocales dans sa moitié, et laissant l'autre libre, on entend deux sons à l'octave l'un de l'autre.

Toutes ces expériences réussissent encore en enlevant la portion du larynx qui est au-dessus de la glotte; ce qui prouve que c'est dans cette ouverture seule que se forment les sons et leurs modifications, relativement au caractère de grave ou d'aigu, et que le canal qui la surmonte n'y a aucune part.

*Ferrein* a vu que les divers tons correspondent à des degrés de tension différens, mais il n'a rien donné d'exact sur cet article.

Enfin, il a vu qu'à une tension déterminée, les cordes vocales donnaient toujours le même ton, soit que l'ouverture de la glotte fût grande ou petite, soit que le vent fût fort ou faible, l'intensité du son était seule changée par ces modifications.

On voit par ces expériences que l'on peut, par deux moyens différens, augmenter l'acuité des sons rendus par les cordes vocales : 1.° en diminuant leur longueur ; 2.° en augmentant leur tension. *Ferrein* pense que la diminution de longueur des cordes vocales ne pouvant avoir lieu pendant la vie, la distension de ces cordes est le seul moyen que la nature ait mis en usage pour remplir toute l'étendue de la voix humaine. Cette distension, qui croît comme l'acuité des tons, est opérée par le renversement en arrière des aryténoïdes, et le mouvement circulaire en avant du thyroïde : elle doit, dans son plus haut degré, alonger les cordes vocales d'environ trois lignes. Les tons graves, au contraire, naissent du relâchement de ces cordes. Les divers degrés de vîtesse de l'air et de rétrécissement de la glotte n'influent sur les tons en aucune manière ; ils règlent seulement l'intensité de la voix.

*Ferrein* a établi le premier, et prouvé, par des expériences, que les sons rendus par le larynx sont dus uniquement aux vibrations des lèvres de la glotte, et qu'ils sont indépendans du degré d'ouverture de celle-ci. Voilà ce qui lui appartient incontestablement ; mais tout le reste était connu depuis long-temps, quoiqu'il affecte de le nier. Il prétend qu'avant lui on n'avait jamais comparé le larynx qu'aux flûtes, aux flageolets, et aux jeux à biseau de l'orgue. Cela est évidemment faux. On vient de voir, par l'exposé de la théorie de *Dodart*, que ce savant comparait le larynx aux jeux d'anches, et qu'il admettait que les divers tons rendus par la glotte dépendent en partie du degré de tension de leurs lèvres. Près d'un demi-siècle avant ce dernier, *Perrault* avait dit : « Pour ce qui est du ton de « la voix, il est bas et grave, quand la glotte fait une fente bien

« longue; car alors la longueur de l'une et de l'autre membrane
« qui composent la glotte, rendant chaque membrane lâche et peu
« tendue, leurs ondoiemens sont rares et lents..... Le ton aigu
« se fait par des causes opposées (1) ».

Nous voyons ainsi qu'avant *Ferrein* on ne doutait point des vibrations totales des lèvres de la glotte, vibrations dont cependant il s'attribue l'idée.

Fondé sur l'existence de ces vibrations, et sur ce que les variations des tons suivent les changemens de longueur et de force élastique des lèvres de la glotte, il décide que les ligamens que contiennent celles-ci sont des cordes sonores. Il suffit de connaître la structure et les connexions de cette partie, pour sentir combien cette assertion est fausse. Si *Ferrein* eût étudié le mécanisme des anches, il eût vu que les tons qui naissent de leurs vibrations varient également, suivant qu'on change la longueur de leurs lames ou leur force élastique. Il eût donc été forcé de convenir que les lèvres de la glotte ont plus d'analogie avec les lames d'une anche qu'avec des cordes sonores; il eût fallu qu'abandonnant son opinion paradoxale, il se bornât à corriger et perfectionner la théorie de *Dodart*. Je ne sais s'il a senti la difficulté, mais il l'a éludée en la passant sous silence, car il n'est pas question une seule fois des anches dans toute l'étendue de son mémoire.

J'ai répété le plus grand nombre des expériences de *Ferrein*, et j'ai obtenu les mêmes résultats que lui, hormis dans quelques cas où ces expériences ne m'ont pas réussi, probablement parce qu'elles n'étaient pas bien faites. Je remarquerai que jamais je n'ai pu obtenir de tons graves des larynx humains soumis à mes expériences; ils étaient muets quand la tension était faible. Toute l'étendue des tons que j'ai pu obtenir par une tension graduée n'a jamais pu s'élever qu'un peu au-dessus d'une octave complète; encore, dans

(1) Traité du bruit, chap. 12.

les tons les plus aigus, les lèvres de la glotte étaient dans un état de tension tel, que le mouvement le plus rapide de l'air pouvait à peine les faire vibrer, et les aryténoïdes étaient renversés en arrière, bien au-delà de ce que peuvent exécuter les muscles crico-aryténoïdiens postérieurs.

*Ferrein* n'ayant rien donné d'exact sur les variations qu'apportent dans les tons les différens degrés de tension des lèvres de la glotte, j'ai tenté de suppléer à son silence, et j'ai fait, dans cette vue, des expériences qui m'ont appris que, pour obtenir de la glotte deux sons à l'octave l'un de l'autre, il fallait tendre ses lèvres par des poids qui fussent entre eux comme 1 est à 8. Le poids 1 donnant le ton le plus grave, le poids 2 donnait à peu-près la quarte, et le poids 4 donnait environ la sixième au-dessus de ce ton. Quelque singulier que paraisse ce phénomène au premier coup-d'œil, je crois qu'il est possible d'en rendre raison, en considérant que toutes les parties qui s'étendent du thyroïde aux aryténoïdes participent à la tension, sans participer toutes à la production des sons; les replis supérieurs des ventricules, par exemple, sont fortement tendus : il y a donc une grande partie de la force tensive qui se trouve perdue. D'ailleurs, la tension alonge les lèvres de la glotte; ce qui détruit en partie son effet.

Ces diverses observations me paraissent de fortes objections contre la vérité, et même contre la possibilité de la théorie de *Ferrein* : j'y joins la réflexion suivante :

Si la seule tension des cordes vocales déterminait les tons indépendamment du degré d'ouverture de la glotte, il est clair que le ton le plus aigu devrait correspondre à ce degré d'ouverture de la glotte, qui favoriserait le plus la tension de ses lèvres. Or, les fibres des muscles crico-aryténoïdiens postérieurs étant obliques de bas en haut, et de dedans en dehors, agissent perpendiculairement à la direction des lèvres de la glotte, quand celle-ci est le plus ouverte possible; par conséquent, c'est alors que ces muscles ont le plus de force pour tendre les cordes vocales. A mesure que la glotte

diminue d'ouverture par la contraction du muscle aryténoïdien, cette force devient d'autant moindre, que les fibres des muscles tenseurs deviennent alors de plus en plus obliques à la direction des lèvres qu'elles tendent. Il suit donc naturellement de-là, que, suivant la théorie de *Ferrein*, les tons les plus aigus doivent correspondre à l'ouverture la plus grande de la glotte, ce qui est évidemment faux. La petite quantite d'air qui passe par cette ouverture dans la production des tons aigus, opposée à la masse considérable de ce fluide qui la traverse dans la production des tons graves, prouve incontestablement que la glotte est rétrécie dans le premier cas, et élargie dans le second.

Enfin, il parait que *Ferrein* n'a pu trouver la cause de l'ascension du larynx dans les tons aigus, et de son abaissement dans les tons graves, car il ne parle point de ce phénomène si connu.

La théorie de la voix, imparfaitement ébauchée, il y a plus de deux siècles, par *Fabrice d'Aquapendente*, a été reproduite dernièrement, mais avec des changemens qui en font une théorie nouvelle, par l'un de nos plus célèbres naturalistes, M. *Cuvier*. Auteur d'une théorie fort ingénieuse de la voix des oiseaux, ce savant a pensé que sa théorie pouvait s'appliquer aussi à la voix de l'homme et des mammifères. Rejetant entièrement l'idée des *cordes vocales*, il regarde l'organe de la voix comme un instrument du genre des cors, dans lesquels le ton est déterminé par la longueur du tube, la tension et l'ouverture des lèvres, la force et la vîtesse de l'air.

Ainsi, il assimile la glotte à l'ouverture plus ou moins grande des lèvres du joueur de cor, et le tube de ce dernier instrument est représenté par le canal vocal qui s'étend de la glotte à la double ouverture de la bouche et des narines. Le larynx, par ses différens degrés d'élevation ou d'abaissement, produit différentes longueurs du canal vocal : ces longueurs déterminent les divers tons fondamentaux que l'homme peut prendre, et la glotte, par sa tension et son ouverture, les divers tons harmoniques du ton fondamental de

chaque longueur. Ainsi, quoique la longueur du canal vocal ne puisse, à beaucoup près, diminuer de moitié, la voix humaine peut néanmoins s'élever à plus d'une octave, et même avoir une étendue considérable, parce que quelques tons fondamentaux suffisent pour donner de nombreux harmoniques. Cette étendue peut être encore augmentée par les changemens de diamètre du canal vocal, et par l'occlusion plus ou moins complète de sa dernière issue extérieure. Ce dernier moyen est analogue à ce que pratiquent les joueurs de cor, qui, pour baisser le ton de leur instrument, bouchent en partie son pavillon avec la main; mais cet abaissement est borné, dans le cor, à un ton, ou à-peu-près, ce que M. *Cuvier* attribue à ce qu'on ne peut fermer l'ouverture de cet instrument sans en raccourcir le tube. On sait que, dans les tuyaux à jeu de biseau de l'orgue, on fait baisser le ton d'une octave entière, en bouchant complètement leur dernière issue; il baisse d'une quantité moindre en ne la bouchant que partiellement, comme cela s'observe dans les tuyaux qu'on nomme *à cheminée*.

M. *Cuvier* a expérimenté que l'on pouvait ainsi parcourir tous les tons d'une octave descendante, en bouchant de plus en plus la dernière issue d'une flûte à bec sans trous latéraux. Il a appliqué cette observation à la théorie de la voix des oiseaux, et il pense que l'ouverture plus ou moins grande que forment les lèvres de l'homme peut influer de même sur les tons de sa voix.

En comparant ainsi le double canal vocal de l'homme au tube d'un instrument à vent, M. *Cuvier* ne s'est pas dissimulé les difficultés qu'offre sa théorie : « Mais, dit-il, en considérant, non-seu-
« lement la dissimilitude de ces deux cavités avec tous les instru-
« mens qui nous sont connus, mais encore les moyens presque
« infinis que nous avons d'en changer la longueur, le diamètre, la
« figure et les issues, moyens qu'il est presque impossible de dé-
« terminer assez exactement pour en tirer des conséquences phy-
« siques, on ne s'étonnera pas des difficultés que présente la théorie
« de notre organe vocal ».

Il faut sans doute avoir des raisons bien plausibles pour se permettre d'attaquer les opinions de l'homme célèbre auquel est due cette théorie. On sera peu étonné que je l'aie entrepris, quand on saura que M. *Cuvier* a pris soin d'indiquer lui-même les plus fortes objections qui s'élèvent contre son système. Elle n'appartient qu'à un homme supérieur, cette franchise si rare parmi les savans, qui n'ont pas toujours mis assez de bonne-foi dans la recherche de la vérité pour exposer sans détour les faits contraires à leurs opinions; trop souvent même ces faits ont été altérés, quand ils n'ont pas été passés sous silence.

Voici les objections que l'on peut faire à M. *Cuvier;* elles sont de la plus grande force :

1.° Si les diverses longueurs du canal vocal déterminaient les tons fondamentaux et leurs harmoniques, on verrait le larynx tantôt monter, tantôt descendre, en parcourant l'échelle diatonique; car un ton harmonique aigu aurait souvent pour générateur un ton qui exigerait un grand abaissement du larynx; cet organe donnerait un ton fondamental et tous ses harmoniques, sans changer de position, comme le cor les donne sans changer de longueur: rien de tout cela n'arrive. Le larynx monte continuellement et graduellement pendant qu'on parcourt la gamme, de sorte que chaque ton et partie de ton correspond à une longueur différente du canal vocal.

2.° La longueur du canal vocal n'est jamais en rapport avec les tons qu'elle accompagne; car l'observation apprend que, pour parcourir tous les tons que contiennent deux octaves, le larynx monte d'un pouce, ce qui ne raccourcit le canal vocal que d'environ $\frac{1}{5}$; or, ce raccourcissement devrait donner seulement la tierce majeure au-dessus du ton le plus grave, tandis que, par le fait, l'organe vocal donne la double octave; et l'on ne peut pas dire que ce dernier ton soit un harmonique de sa double octave grave, car le larynx n'eût pas changé de position pour le produire.

3.° Les tons fondamentaux que l'homme pourrait prendre en vertu

de la longueur de son tube vocal seraient peu nombreux. Or, dans la série des tons et de leurs intervalles que la voix humaine parcourt avec facilité, il s'en trouverait beaucoup qui ne seraient point les harmoniques des tons fondamentaux.

4.° Si les changemens de diamètre et de configuration des diverses parties de la bouche, si l'ouverture plus ou moins grande des lèvres pouvaient changer les tons, le chant articulé serait extrêmement difficile, et peut-être impossible. On ne pourrait, en effet, faire coïncider un ton déterminé avec la prononciation de toutes les voyelles, sans changer la position du larynx ; car on sait que les modifications de la voix, que nous nommons *voyelles*, dépendent des divers changemens de figure et de grandeur de la cavité de la bouche et de son ouverture extérieure : or, on peut s'assurer que le larynx donne constamment le même ton, sans changer de place, quelles que soient la configuration de la bouche et l'ouverture des lèvres.

5.° On peut alternativement fermer complètement, ou la bouche ou les narines, sans faire autre chose que rendre le son plus sourd; ce qui n'aurait pas lieu si le ton était déterminé par la longueur du double canal vocal. Pour m'en assurer, j'ai adapté une anche à un tuyau bifurqué : le ton a baissé considérablement quand j'ai bouché l'extrémité de l'une quelconque des branches de ce tuyau.

6.° Si les tons dépendaient de la longueur du tube vocal, on acquerrait la facilité de rendre des tons plus graves, en ajoutant un tuyau à l'ouverture de la bouche, et en bouchant en même temps les narines : c'est ce qui n'a point lieu ; l'intensité seule de la voix est changée par cette addition.

7.° Enfin, *Bichat* a prouvé, par des expériences sur des animaux vivans, que les sons vocaux ne changent pas sensiblement de caractère en cessant de traverser le double canal de la bouche et des narines. Je ne citerai pas à mon appui les expériences de *Ferrein ;* car dans celles qui me sont propres, je n'ai obtenu des larynx sé-

parés du corps que des sons qu'il eût été difficile de reconnaître pour ceux de la voix humaine.

Les conclusions rigoureuses que l'on peut tirer de tout cela, sont : que les tons rendus par le larynx ne sont point, les uns des tons fondamentaux, les autres des tons harmoniques, et que ces tons ne sont point déterminés par les diverses longueurs du canal vocal, non plus que par ses changemens de diamètre, ni par l'occlusion plus ou moins complète de ses issues extérieures.

Les trois théories que je viens d'exposer, différentes dans presque tous les points, s'accordent cependant toutes pour admettre des vibrations dans les lèvres de la glotte ; c'est le seul point sur lequel il ne puisse y avoir de difficulté. Ces vibrations sont prouvées par les expériences de *Ferrein*, comme elles le sont par la nature même du son, et par la sensation de frémissement que nous éprouvons en rendant des tons graves.

Le larynx est donc un instrument vibrant ; et comme l'ensemble des preuves que je viens de rapporter démontre que les dimensions du canal vocal n'influent point sur les tons, il en résulte que l'organe vocal est un instrument vibrant non compliqué d'un tuyau, et que, par conséquent, les tons sont produits uniquement par le larynx. Cherchons donc à découvrir les moyens que la nature a mis en œuvre pour donner à cet organe la faculté de produire des tons aussi variés.

Expliquer la formation et les variations de la voix suivant les loix connues de la production et de la variation des sons, en tenant compte de tous les phénomènes que présente le larynx en action, tel est le problème que je me propose de résoudre. On vient de voir que jusqu'ici aucun physiologiste n'en a donné une solution complète.

La voix, comme tous les sons, présente trois qualités différentes : 1.° le ton, qui dépend du nombre des vibrations dans un temps donné ; 2.° l'intensité, qui dépend de l'étendue de ces vibrations ;

3.° le timbre, qui tient à la nature, à la forme particulière du corps sonore.

Les tons de la voix dépendent uniquement des changemens survenus dans la partie vibrante du larynx. Son intensité reconnaît deux causes: 1.° le degré de la force qui détermine les vibrations : cette force est égale au produit de la masse par la vîtesse de l'air expiré; 2.° la forme plus ou moins évasée du canal vocal, lequel, faisant office de porte-voix, agit suivant sa configuration, en augmentant ou en diminuant l'intensité de son vocal. Pour le timbre de la voix, il tient à des causes, pour la plupart, indéterminées; mais il dépend en partie du larynx, et en partie de la forme du canal vocal; car on doit regarder les modifications du son que nous nommons *voyelles* comme des changemens de timbre d'une nature, il est vrai, toute particulière.

Avant de nous occuper de la partie du larynx, dont les vibrations donnent naissance à la voix, il est indispensable de jeter un coup-d'œil sur les diverses causes qui font varier les tons. Nous prendrons les cordes pour exemple, parce que ce sont les corps vibrans que l'on a le plus étudiés.

On sait, par l'expérience, que le ton produit par les cordes sonores varie suivant leur longueur et leur grosseur; il varie également suivant leur force élastique, qui peut être distinguée en celle qui leur est communiquée et en celle qui leur est propre. On peut communiquer de l'élasticité aux cordes de deux manières; 1.° en les distendant; 2.° en provoquant leur raccourcissement, quand leurs extrémités sont fixées d'une manière invariable. Ainsi les cordes à boyau montent quand elles sont humides, parce que l'humidité les raccourcit : l'effet est alors le même que si elles étaient plus tendues; mais la cause est différente et doit être distinguée.

La force élastique propre des cordes dépend de l'élasticité de la matière qui les forme. L'élasticité paraît généralement proportionnelle à la dureté (1); celle-ci peut donc être regardée comme la

(1) *Haüy*, Traité élémentaire de Physique, tom. 1, p. 24 et suiv.

mesure de la première. Or, toutes choses égales d'ailleurs, les cordes faites des métaux les plus durs sont celles qui donnent les tons les plus aigus. Cela est également vrai pour les autres corps vibrans; ainsi le ton d'une anche d'orgue, d'un timbre, etc., varie, non-seulement suivant les dimensions de ces instrumens, mais aussi suivant le degré d'élasticité du métal qui les forme (1).

Nous allons faire l'application de ces notions à la partie vibrante du larynx, qu'il s'agit actuellement de déterminer. Prenons l'analogie pour guide dans cette recherche.

Les vibrations des lèvres sont, dans le jeu du cor, la cause première des sons. Quel est l'organe actif de ces vibrations? Ce n'est certainement pas la peau des lèvres : loin d'être tendue, elle est alors molle et plissée. Il est évident que ce sont les deux moitiés du muscle orbiculaire des lèvres qui vibrent alors : elles entraînent dans leurs vibrations les tégumens qui les recouvrent, et qui ne sont que passifs dans cette conjoncture. Les deux parties de ce muscle, tirées en dehors par les muscles zigomatiques, et se contractant en même temps, acquièrent un degré de tension qui les rend propres à opérer des vibrations plus ou moins rapides. En même temps, les lèvres s'appliquent l'une contre l'autre dans une étendue plus ou moins grande; ce qui donne une longueur variable à leur partie vibrante. Fondé sur cette observation et guidé par l'analogie, je pense que ce sont les muscles thyro-aryténoïdiens, et non les membranes aponévrotiques qui les recouvrent, qui sont les parties vibrantes du larynx humain. Les aponévroses laryngées n'ont d'autre usage que de garantir les muscles subjacens des collisions trop fortes qu'ils auraient éprouvées s'ils eussent vibré l'un contre l'autre, dépourvus de cette enveloppe.

Les physiologistes qui n'ont considéré comme parties vibrantes du larynx que les seules fibres ligamenteuses de la glotte, ont fait

---

(1) *Tissot*, dans son petit traité, intitulé : *de la Mue de la voix*, dit qu'une corde d'or donne la quinte au-dessous du ton donné par une corde de fer de dimensions et de tension égales. J'ignore où cet auteur a puisé ce fait particulier, qui ne me paraît pas devoir être admis sans restriction.

de l'organe vocal un instrument peu différent des instrumens artificiels. En effet, ces fibres douées de propriétés vitales très-obscures, tendues ou relâchées par l'action des muscles, eussent formé un instrument, pour ainsi dire, étranger à l'homme. Il y a peu de différence entre le larynx ainsi considéré et une anche dont un musicien tire à son gré différens sons. Dans l'un et dans l'autre, les causes de la variation des tons sont hors de l'instrument, qui est, en quelque sorte, *passif*. Il n'en est pas de même quand on considère les muscles thyro-aryténoïdiens comme les organes dont les vibrations donnent naissance à la voix. Alors la production des sons tombe sous l'empire immédiat de la vie, puisque ces organes sonores, doués de propriétés vitales très-énergiques, portent en eux-mêmes les principales causes de la variation des tons. Le larynx, considéré sous ce point de vue, cesse d'être un instrument *passif*, il devient un instrument *actif vivant.*

Puissamment influencé par la vie, le larynx n'est cependant pas soustrait aux lois physiques qui règlent la variation des tons dans nos instrumens vibrans artificiels, et quoiqu'un organe soumis à la volonté exécute des vibrations, on ne peut en conclure que ces vibrations sont *volontaires*, qu'en tant que le muscle se constitue dans les conditions nécessaires pour leur production. Ces conditions sont les mêmes que pour tous les autres corps vibrans, c'est-à-dire, les dimensions et la force élastique. Nous allons voir comment la nature a multiplié les moyens pour varier ces conditions.

Les muscles thyro-aryténoïdiens peuvent diminuer de longueur en se contractant, cela est évident; mais cette diminution est bornée, parce que les aryténoïdes ne peuvent que peu s'éloigner ou se rapprocher du thyroïde; il doit donc exister un autre moyen de raccourcissement, et le voici :

Nous avons vu précédemment que les muscles thyro-aryténoïdiens s'étendent de la base des aryténoïdes à l'angle rentrant du thyroïde; ils forment ainsi entre eux un angle plus aigu que celui qui est formé par les deux plans du thyroïde, entre lesquels ces muscles se trouvent compris. Or, que doit-il résulter de leur

contraction, eu égard à leur position? Il est clair que ne pouvant se contracter sans augmenter en épaisseur, et rencontrant en devant les parois du thyroïde qui s'opposent à leur développement en dehors, tout l'effort de ce développement se portera en dedans, et il en résultera l'application, l'une contre l'autre, des lèvres de la glotte dans sa partie antérieure, et par conséquent le raccourcissement d'avant en arrière de la partie libre des muscles vibrans. Il est clair encore que l'angle du thyroïde étant plus grand que l'angle de la glotte, et le développement des muscles en grosseur étant proportionnel à leur force de contraction, il est clair, dis-je, qu'une plus forte contraction des thyro-aryténoïdiens oblitérera une plus grande étendue de la glotte, et qu'une faible contraction n'oblitérera que sa partie antérieure. Ceci explique parfaitement les usages du thyroïde, et rend raison de la forme angulaire de ce cartilage; car la nature, même dans la configuration de nos parties, n'a rien fait au hasard et sans but d'utilité. Il est facile de concevoir que, plus l'angle thyroïdien sera aigu, plus il comprimera les muscles thyro-aryténoïdiens, et plus, par conséquent, ces muscles, par leur développement en grosseur, auront de facilité pour oblitérer une plus grande étendue de la glotte. Or, l'angle thyroïdien peut être rendu plus aigu par la contraction du constricteur inférieur du pharynx combinée avec celle du thyro-hyoïdien. Nous avons vu que le constricteur inférieur s'attache à toute la longueur des bords postérieurs du thyroïde, et que les fibres de ce muscle, dirigées en dedans et en haut, viennent s'unir par un raphé sur la ligne médiane. Ce muscle, en se contractant, doit par conséquent rapprocher l'un de l'autre les deux plans du thyroïde; et comme son attache fixe est à l'apophyse basilaire de l'occipital, il est clair qu'il ne peut se contracter sans élever le larynx. Plus cet organe sera élevé, moins l'action des fibres du constricteur inférieur sera oblique, plus, par conséquent, elle sera énergique. Aussi tous les muscles élevateurs du larynx agissent-ils concurremment avec ce dernier; et même les branches de l'hyoïde étant fléchies en dedans par le constricteur moyen, le thyro-hyoïdien, qui y prend son insertion

peut, en se contractant, exercer sur le thyroïde une pression latérale qui favorise la flexion de ce cartilage.

La flexion du thyroïde est rendue plus facile par l'échancrure qui se trouve à la partie supérieure de son angle. Elle a pour effet de diminuer la résistance à la flexion, puisqu'elle diminue l'étendue du bord dans lequel se passe ce mouvement. Aussi cette échancrure est-elle plus profonde chez l'homme adulte que chez la femme et les enfans, afin de compenser la dureté et la roideur plus grandes qu'ont les cartilages du premier. Le thyroïde est mou et très-flexible chez la femme et les enfans. C'est à cette flexibilité que doit en partie être attribuée l'étendue plus grande de leur voix dans le haut. A la puberté, les cartilages du larynx, comme toutes les autres parties, prennent plus de solidité spécialement chez les hommes, et cela concourt avec les changemens de dimension du larynx à produire la mue de la voix. Par les progrès de l'âge, les cartilages du larynx s'ossifient, et le thyroïde perd entièrement sa flexibilité. Aussi les vieillards n'ont-ils plus la faculté de produire des tons élevés, quoique, dans les efforts qu'ils font pour les donner, leur larynx monte aussi haut qu'il le faisait auparavant.

Ainsi, le larynx monte dans la production des tons aigus comme il le fait dans la déglutition; ce n'est qu'un phénomène accessoire, quoique nécessairement lié à son action. On peut s'assurer de l'influence qu'a la flexion du thyroïde sur la production des tons aigus, en le comprimant latéralement avec les doigts pendant qu'on rend un ton quelconque. L'effet de cette compression, qui diminue l'angle thyroïdien, est constamment de hausser le ton, et même, lorsqu'on est parvenu aux tons les plus élevés que l'on puisse donner, on acquiert la possibilité de monter un peu plus haut par le moyen de cette compression artificielle.

Le larynx, pour donner des tons graves, ne retourne pas simplement à sa position naturelle, il est fortement tiré en bas. Cette traction, opérée par le sterno-thyroïdien, a pour but de rendre plus

obtus l'angle du thyroïde. Il suffit de considérer la disposition de ce cartilage et l'insertion du sterno-thyroïdien, pour être convaincu de cette vérité. Ce muscle s'insère au milieu de la face latérale du thyroïde; et, comme je l'ai fait remarquer, cette insertion est oblique de bas en haut. Il est à remarquer également que les côtés du thyroïde présentent chacun un plan incliné de haut en bas et de dehors en dedans, de sorte que le bord supérieur de chacune des ailes de ce cartilage est plus externe et plus antérieur que le bord inférieur. Le sterno-thyroïdien, agissant ainsi dans une direction oblique au plan auquel il s'attache, doit avoir pour effet d'augmenter l'obliquité de ce plan, et par conséquent, d'augmenter l'angle thyroïdien. On conçoit que, plus l'attache de ce muscle sera élevée, plus il aura de force pour ouvrir les plans du thyroïde, puisqu'il agit sur un levier dont la longueur est représentée par la distance de son point d'attache à l'angle inférieur du thyroïde, qui a son point fixe sur le cricoïde. Cette fixité de la partie inférieure du thyroïde fait qu'elle ne participe que peu aux mouvemens de flexion et d'extension qui se passent presque en entier dans la partie supérieure du cartilage, et surtout dans son angle postérieur supérieur; aussi est-ce vers cet angle que se dirige l'insertion oblique du sterno-thyroïdien. Cette obliquité est d'autant plus favorable à l'ouverture de l'angle du thyroïde, qu'elle produit le même effet que si le muscle avait effectivement une insertion plus élevée, et qu'elle le dirige vers la partie la plus mobile du cartilage. Le seul effet de la contraction du sterno-thyroïdien serait d'abaisser le thyroïde sans influer sur l'ouverture de son angle, si l'attache de ce muscle se faisait au bord inférieur du plan thyroïdien, comme je l'ai observé dans le bœuf, ou si son insertion, quoique très-élevée, se faisait plus antérieurement que celle du thyro-hyoïdien et dans le voisinage de la ligne médiane, comme je l'ai observé dans le larynx du porc.

On peut se convaincre de l'influence qu'a l'ouverture de l'angle thyroïdien sur la production des tons graves, en appuyant plus ou

moins fortement sur la crète de cet angle ; ce qui doit nécessairement le rendre plus obtus. L'effet de cette pression est toujours de rendre le ton plus grave qu'il n'était, et même elle donne la facilité de descendre un peu plus bas qu'on ne le peut faire naturellement. Au contraire, la compression latérale du thyroïde ôte la faculté de donner des tons très-graves, quoique le larynx descende aussi bas que possible.

Le changement de longueur des thyro-aryténoïdiens n'est pas le seul effet qui résulte du changement d'ouverture de l'angle du thyroïde, il est facile de voir qu'il doit aussi en résulter un changement dans la tension de ces muscles. Pour peu qu'on ait quelque teinture de géométrie, on sent que, plus on diminue la base d'un triangle isoscèle, en rapprochant l'un de l'autre les deux côtés, dont la longueur est égale et toujours la même, plus on augmente la hauteur de ce même triangle, et *vice versâ*; par conséquent, les thyro-aryténoïdiens étendus du sommet à la base d'un triangle dont les côtés, représentés par les ailes du thyroïde ont une longueur fixe, doivent être distendus quand l'angle thyroïdien est rendu plus aigu, et relâchés, au contraire, quand ce même angle est rendu plus obtus : La tension opérée par ce moyen est très-bornée ; aussi n'est-il pas le seul.

Les thyro-aryténoïdiens peuvent être tendus par le renversement en arrière des aryténoïdes. Il n'est pas moins évident que le mouvement en avant du thyroïde doit produire le même effet. L'observation qui prouve le mouvement de ce dernier est due à *Ferrein*. Si l'on met le doigt sur l'intervalle qui sépare le thyroïde du cricoïde pendant qu'on parcourt l'échelle diatonique, on sent cet espace diminuer dans les tons aigus, et s'agrandir dans les tons graves ; ce qui prouve que le thyroïde s'éloigne des aryténoïdes dans le premier cas, et s'en rapproche dans le second.

J'ai déja exposé trois moyens de tension : il en existe un quatrième analogue à ce que produit l'humidité sur les cordes à boyau, c'est le raccourcissement ou la contraction des thyro-aryténoïdiens, leurs extrémités étant fixées par l'action des muscles tenseurs. Il

est indubitable que, plus ces muscles se contracteront, plus ils acquerront de tension, plus, par conséquent, ils donneront un ton aigu. Que l'on se rappelle ici que l'effet de la contraction des thyro-aryténoïdiens est de diminuer l'ouverture de la glotte, et l'on comprendra pourquoi celle ci est rétrécie dans les tons aigus et élargie dans les tons graves : c'est une suite nécessaire du degré de contraction des muscles vibrans. Ce rétrécissement de la glotte, en présentant à l'air une issue plus petite, doit augmenter son impétuosité et sa force; ce qui était nécessaire pour que l'impulsion de ce fluide pût déterminer les vibrations de parties qui sont plus tendues : ainsi la force motrice croît comme la résistance au mouvement.

La contraction des thyro-aryténoïdiens a encore un effet important, c'est d'augmenter leur élasticité propre : plus un muscle est contracté, plus il oppose de résistance aux puissances qui tendent à l'alonger, plus, par conséquent, il a de force pour revenir à sa position quand il a été déplacé : or, cette dernière force, est l'élasticité. Elle croît donc comme la contraction du muscle, et, ce qui est remarquable, comme sa dureté; car on sait que c'est la propriété des muscles de devenir d'autant plus durs, que leur contraction est plus forte. Le changement de force de contraction des thyro-aryténoïdiens a donc un effet analogue à ce que produit dans nos instrumens l'emploi de cordes faites de métaux de duretés différentes; mais ce qui n'a point d'analogue dans les ouvrages de l'art, c'est l'existence de corps vibrans susceptibles de varier à volonté en dureté. Il n'appartenait qu'à la nature d'opérer cette merveille : c'est ce qu'elle a fait, en appliquant à la production des sons des organes musculaires qui deviennent d'autant plus durs et plus élastiques, qu'ils sont plus fortement contractés.

Enfin, les thyro-aryténoïdiens peuvent diminuer de grosseur, en ne contractant qu'une portion de leurs fibres. Cette contraction partielle n'est point prouvée, et n'est point susceptible de l'être; mais on n'aura aucune répugnance à l'admettre, en songeant qu'on admet

généralement que les muscles thyro-aryténoïdien et crico aryténoïdien latéral peuvent se contracter isolément, quoiqu'il n'y ait aucune ligne de séparation entre eux : aux yeux de l'observateur, ces deux muscles n'en font évidemment qu'un seul. Si l'anatomie en a fait deux, c'est parce qu'ils peuvent être considérés isolément sous le rapport de leur action. On conçoit, sans plus de peine, que les fibres toutes parallèles des thyro-arytenoïdiens peuvent se contracter isolément, par exemple, les supérieures sans les inférieures, pour la production des tons aigus. Le muscle entier doit entrer en action dans les tons graves, dont la production, qui embarrassait *Ferrein*, cesse d'être un problême, quand on considère le volume du thyro aryténoïdien dans l'homme adulte.

En récapitulant les causes qui font varier les tons produits par le larynx, nous voyons que ces causes sont :

1.° Le raccourcissement des thyro-aryténoïdiens par la contraction de ces muscles.

2.° Le raccourcissement des thyro-aryténoïdiens par l'oblitération de la partie antérieure de la glotte.

3.° La tension de ces muscles, résultat de la diminution de l'angle du thyroïde.

4°. Leur tension opérée par le renversement en arrière des aryténoïdes.

5°. Leur tension opérée par le renversement en avant du thyroïde.

6°. Leur tension, résultat de leur raccourcissement, leurs extrémités étant fixées.

7°. L'augmentation de dureté des thyro-aryténoïdiens.

8°. La diminution de grosseur de ces muscles par leur contraction partielle.

Ce qui forme huit moyens qui sont très-bornés, quand on les considère isolément, mais dont la réunion ou les différentes combinaisons ont pour avantage de nécessiter l'emploi de fort peu de chacun d'eux pour produire de grands changemens dans les tons.

5

Le larynx réunit ainsi toutes les conditions nécessaires pour donner le plus de tons possible avec des dimensions très-bornées. Ce n'est pas le premier problême de ce genre dont la solution se trouve donnée par la nature vivante. Celle-ci, circonscrite dans des limites étroites, ne pouvait atteindre à de grands résultats, qu'en multipliant ses causes ou ses moyens d'action. C'est ce que nous observons partout dans l'économie animale; et quand, en remontant à la source de ces causes, nous trouvons qu'en dernière analyse, elles viennent toutes aboutir à la contractilité, ou à la sensibilité qui la dirige, nous sommes conduits à cette autre vérité générale, que la nature offre partout l'extrême simplicité des causes premières réunie à la fécondité des résultats.

Telle est la théorie que j'ai puisée dans l'étude attentive du larynx. Je n'ai point cherché à lui donner des preuves par des expériences faites sur des animaux vivans; le larynx de l'homme m'a paru trop différent de celui des autres mammifères, pour pouvoir conclure de ce qui se passe chez ces derniers à ce qui a lieu chez le premier. Je n'entreprendrai point d'exposer ici les imperfections nombreuses que présente l'organe vocal des quadrupèdes, étudié comparativement avec celui de l'homme; il me suffit d'observer que, chez les animaux, les thyro-aryténoïdiens ne sont pas toujours les organes immédiats de la voix. Souvent ils ne sont pas, comme chez l'homme, employés exclusivement à former les parois de la glotte; plus souvent encore ils sont recouverts de parties si épaisses, qu'ils ne peuvent que difficilement participer aux vibrations. Chez l'homme, au contraire, les thyro-aryténoïdiens sont presqu'à nu en dedans, ou ne sont recouverts que de membranes incapables, par leur peu d'épaisseur, de nuire à leurs vibrations, quoique assez fortes pour leur former une enveloppe solide. Chez les quadrupèdes, ces membranes sont ordinairement très-développées, et forment des saillies considérables dans l'intérieur du larynx. Il est indubitable que ce sont ces membranes, plutôt que les thyro-aryténoïdiens, qui produisent, par leurs vibrations, les sons rau-

ques et peu variés de la voix des quadrupèdes. Je n'ai pu disséquer les larynx que d'un très-petit nombre de ces derniers ; mais j'ai suppléé, autant qu'il m'a été possible, à ce que je n'ai pu observer par l'étude, de ce qu'ont écrit sur cette matière plusieurs anatomistes célèbres, et j'ai vu que l'imperfection de la voix des quadrupèdes tient à une multitude de causes qui diffèrent suivant les espèces, et qu'il n'est pas de mon objet de rapporter. Certainement, ainsi que l'a remarqué *Vicq-d'Azyr*, la perfection de la voix de l'homme est, en grande partie, le fruit de son industrie ; mais on ne peut nier qu'elle ne soit également le résultat de la perfection de son organisation. La voix des quadrupèdes est très-bornée ; ce qui s'accorde avec l'imperfection de leur organe vocal. Cependant, en ne leur accordant point la possibilité d'égaler la perfection de la voix humaine, la nature ne paraît pas leur avoir refusé à tous la faculté de varier un peu les intonations de leur voix ; s'ils ne le font pas, c'est parce que, selon la judicieuse remarque de M. *Cuvier*, l'instinct détermine et borne l'usage que l'animal fait de ses facultés. L'homme seul, guidé par un flambeau bien supérieur à l'instinct, non-content d'employer toutes les facultés qui lui ont été départies, sait les perfectionner, et souvent parvient à étendre considérablement leur sphère.

---

## EXCERPTA EX HIPPOCRATIS LIBRO,

*Cui titulus*, Coacæ prænotiones, Foesio *interprete*.

I.

In febre mutum esse, malo est. 34.

I I.

Vocis defectiones cum virium exsolutione, pessimæ. 245.

I I I.

Quos vox cum febre et absque ullâ judicatione deficit, ii tremuli intereunt. 247.

I V.

Vocis defectiones cum virium exsolutione, in acutâ febre sine sudore, sunt quidem lethales : cum sudore verò, minùs; at temporis diuturnitas significatur. 256.

V.

Sputa viscida, salsuginosa, cum raucitate, malo sunt. 413. Raucitas cum tussi et alvo liquidâ, pus educit. 414.